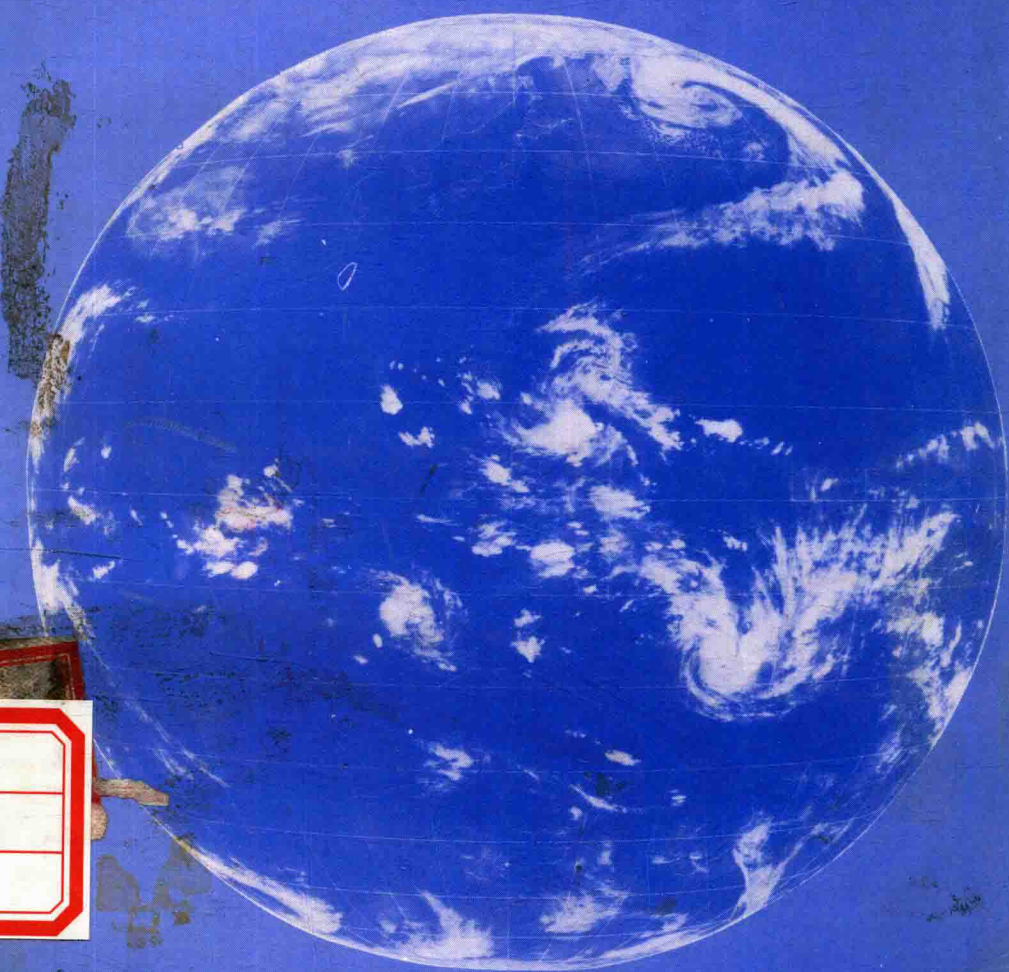


地球科學概論

(附題解)

陳毓雷·戚啓勳 合譯



大中國圖書公司印行

地球科學概論

(附題解)

陳毓雷 合譯
戚啓勳



大中



版權所有・翻印必究

合譯者：陳毓雷・戚啓勳
發行人：薛瑜
出版者：大中國圖書公司
印刷者：

台北市重慶南路一段66號
電話：3111487 郵撥：261

登記證：局版台業字第0653

中華民國七十二年一月初版

基本定價二元五角

編號：859

著者簡介

陳毓雷：文化大學教授 著動力氣象學等。

戚啓勳：交通大學及文化大學教授
著大氣科學，地球科學，
普通氣象學等數十種。

原作者序

本書旨在使研習地球科學的學生對有關各主題有一廣泛的了解，包括：地質學、天文學、礦物學、天氣、物質和能量。所用單位以公制為主，後附英制。

每章開始，先對該主題作一綱要性之介紹，隨後接寫問題及解答可以歸納為兩類：一類為用物理學及化學可以答出數值答案的代表性問題；另外一類是在所有物理科學中複習重要的事實和觀念，補充問題則讓讀者有機會練習，並能估計進步的情況。

比塞 (Beiser)

譯者序

地球科學在歐美科學先進國家早已發展成一門完整的學問，從小學到中學都是必修課，與理化及生物構成自然科學的三大主流。大專院校有關科系，一年級也都有這一課，作為進一步深入本科的基礎。

然而在國內，雖然已經提倡了十多年，却始終沒有生根，教科書由少數幾科拼湊而成，輕重失去均衡，地理、地質、物理都在搶主導權。高中雖增設了地球科學，但因排在三年級，又未加入聯考，大家都敷衍了事，有心之士雖曾大聲疾呼，主管當局總說缺乏師資，教科書的內容也距理想太遠。

無論如何，人類生存在地球上，能源枯竭和環境污染日趨嚴重，戰後人口激增，尋求資源也面臨挑戰。了解地球對年輕一輩來說，越來越顯得重要，地球科學因為涉及的範圍太廣，不可能有專家，就以歐美來說，也大多由地質學家或地理學家研習其他學科再編著地球科學，反而可以得到較完整的構架。

譯者從事氣象工作已歷四十餘年，在十多年前，因為譯了一本“地球科學”而對它發生了濃厚的興趣，接下來翻譯一本大專用書“最新地球科學”。另外又編著了一本專為國小教師及師專同學應用的“地球科學”。至於“地球科學辭典”則已獨力編纂了四年，希望今年底或明年年初能夠問世。

這一本“地球科學概論”有它獨特的優點，正好填補我所編譯地球科學各書層次上的欠缺，適於高中同學閱讀，對中學教師來說，可算得最佳的參考書。原版書購得後愛不忍釋，乃商情陳毓雷教授將其譯出，後來他因為健康的關係，後半本才由我來接力完成。

書中對每一主題先作綱要性介紹，真正做到簡明而扼要，接下來是許多問題和詳細的解答，問題就有內容，不讓人有莫名其妙的感覺。補充問題將答案附在後面，使同學們有思考和練習的機會。

希望這本書能讓你真正喜愛地球科學！

威啓勳 序于
空軍松山新村

地球科學概論

原作者序

目 錄

譯者序

第一章 物質與能量

能 量	1
能量守恒	1
原子與分子	2
原子結構	3
離 子	3
內 能	3
物態變化	4
熱量傳播	5
十的幂方(科學記號)	5

第二章 大 氣

組 成	17
結 構	18
能量平衡	19
濕 度	20

第三章 天 氣

風	35
---	----

科氏效應.....	35
主環流.....	36
氣旋與反氣旋.....	37
氣候.....	38

第四章 海洋

海水.....	51
海浪.....	51
海流.....	52
潮汐.....	53

第五章 礦物

晶體.....	65
地殼.....	66
礦物.....	67
矽酸鹽類之結構.....	67

第六章 岩石

火成岩.....	79
沈積岩.....	80
變質岩.....	80

第七章 風化、土壤和地下水

風化.....	89
土壤.....	89
地下水.....	90

第八章 侵 蝕

河 川.....	97
沈積物.....	97
冰 河.....	98
風與浪.....	98

第九章 火山與地殼運動

火 山.....	107
深成岩體.....	107
地殼運動.....	108
造山運動.....	108

第十章 地球的內部

地震波.....	117
內部結構.....	118
地 磁.....	120

第十一章 大陸漂移

海 底.....	135
板塊構造說.....	135
大陸漂移說.....	136

第十二章 地球的歷史

相對時間.....	145
化 石.....	145
放射性.....	146

放射性定年.....	147
地質編年學.....	148

第十三章 測量地球

地球的運動.....	161
緯度和經度.....	162
地 圖.....	163
時 間.....	165

第十四章 太陽系

托勒米系統和哥白尼系統.....	177
萬有引力.....	178
行 星.....	179
月 球.....	180
彗 星.....	181
流 星.....	182

第十五章 宇 宙

太 陽.....	193
太陽大氣.....	193
太陽黑子.....	194
星 球.....	194
星球的變化.....	195
銀河系.....	196
宇宙在擴張中.....	196

索引

地球科學概論

第一章 物質與能量

能 量

功 (work) 可以量度物體受力作用後所產生的變化量 (廣義而言)。這種變化可能指物體的速度、位置、大小或形狀等等。在力和物體位移方向相同的條件下，作用於物體的力所作的功等於力乘距離，這裡的距離是指在力的作用下物體所產生的位移。英制中，功的單位用呎磅 (foot-pound) 就是一磅的力作用於物體產生一呎距離所作的功。國際單位制 (SI) 中，功的單位用焦耳 (joule) (J)，1 焦耳 = 0.738 呎磅。

能或能量 (energy) 是使某物體有能力作功的那種性質。一物體具有能量越多，它所能作的功也越多。能量的種類很多，但不出下列三大範疇：動能、位能和靜能。能量所用單位和功相同，也就是呎磅或焦耳。

能量守恆

物體因運動而有的能量稱為動能 (kinetic energy)。物體的質量越大或物體運動得越快，它的動能也就越大。

物體由於它位置而有的能量稱為位能 (potential energy)。手裡拿着的書，祇要它高於地面，就具有引力位能，因為這本書在

掉下去時可以對其他物體作功；書越高，它具有的位能越多。放在磁鐵附近的釘子具有磁位能，因為這根釘子向磁鐵移去時也會作功；至於鐘錶裡面上緊的發條具有彈性能，因為當發條鬆開時也會作功。

物質可以轉變成能量，反過來也一樣。物體的靜能（rest energy）是純由物質而來的能量。所以物質也可以認為是能量的形式之一。物體在可能具有動能或位能以外，總是另有靜能存在。

根據**能量守恒**（conservation of energy）定律，能量不生不滅，不過它可以轉變形式。宇宙間能量的總和是不變的。以簡單的落石為例：石頭起初所有的位能隨着落下速度的增加而轉變為動能，越變越多，一直到最後石頭碰地，全部位能都變成動能為止。這時石頭的動能又在衝擊中轉輸給地面。

原子與分子

組成一切大塊物質的各種基本實質稱為**元素**（elements）。現在已知的元素有 105 種，其中一部份在大自然中並不存在，但已由實驗室裡提製出來。用普通的化學或物理方法不能把元素互相轉換，倒是兩種或多種元素可以合成為一種**化合物**（compound），化合物的性質和它原先所含成份元素的性質並不一樣。

分離元素到無可再分時的粒子稱為**原子**（atoms）；類似情況下，以氣態存在的化合物最小粒子則稱為**分子**（molecules）。化合物的分子是由組成元素的原子所構成，原子與原子間各以特定的排列方式聯在一起；例如水分子內含有兩個氫原子和一個氧原子，所以就用 H_2O 來表示它的化學式。在固態和液態下的很多化合物都不是由個別分子所組成，以下及第五章內再討論。至於單元素氣體中，有些由原子組成（氦 He，氬 Ar），有些則由分子組成（氫 H_2 ，氧 O_2 ）。

原子結構

任何元素的原子結構都有一個很小的**原子核(nucleus)**在中間，另有若干**電子(electrons)**在外面圍繞。原子核本身又由荷正電的**質子(protons)**和不帶電的**中子(neutrons)**所組成。電子荷有負電，遠較質子、中子為輕；所以原子質量幾乎全部集中在原子核裡。原子核中的質子數目正常而言都和圍繞在外的電子數目相等；所以整體來說，原子是電中性。但是把很多原子拉在一起成為分子、固體、液體的力還是由電所促成的。

離子

在某種環境下，原子可能損失掉一個或一個以上的電子而變成**陽離子(positive ion)**；也可能獲得電子而變成**陰離子(negative ion)**。很多固體是由陽、陰離子所組成而不是由原子或分子組成的。例如普通食鹽就是由帶正電的鈉離子(Na^+)和帶負電的氯離子(Cl^-)所組成。這類固體的水溶液會解離成離子。促使氣體游離化的因素很多，像火花、火焰、X射線等都是。如果在氣體中通以電流(如霓虹燈管)，或以X射線、紫外線不斷轟擊(如高空大氣受到太陽輻射)，就可以保持氣體的游離狀態。

內能

任何物質，不論是固體、液體或是氣體，都是由很多作快速運動的原子或分子所組成。這些質點的動能就成為物體內所含的**內能(internal energy)**。所謂**溫度(temperature)**就是物體內質點平均動能的一種量度。**熱量(heat)**則可視為是轉輸中的內能。熱量加入物體後，物體的內能便增加，溫度也升高；反之，熱量自物

體取出後，它的內能便減少而溫度降低。

大家對物體性質中的溫度都很熟悉，因為一經接觸，物體是暖還是冷就可感覺出來。溫度可以作為內能流向的指標：當兩個物體接觸時，內能總是由較高溫度的物體流向較低的，和各該物體的內能總量的大小無關。所以把燙咖啡注入冷杯中去，結果一定是咖啡變涼而杯子變熱。

既然熱屬於能量形式之一，所以用國際單位制度（S I）時，熱的單位仍是焦耳。不過**千卡路里**（kilocalorie）（或簡稱**千卡**）這個單位在S I制中應用還是很廣：一千卡（Kcal）是使一公斤純水升高 1°C 所需的熱量。一**卡路里**（calorie）則是使一公克純水升高 1°C 所需的熱量，所以 $1\text{ Kcal} = 1,000\text{ cal}$ 。（美容節食專家們在量度食物所含能量時常用的卡路里實際上是千卡。）熱學和力學單位之間的換算關係是： $1\text{ Kcal} = 4184\text{ J}$

物態變化

不斷地將熱量加入固體，使得它越來越熱而終於開始熔解。熔解中的物質保持溫度不變，所吸收的熱量都用到固體變為液體的物態變化上。等固體全部熔解成為液體後，如果繼續加熱，液體才會增高溫度直到沸騰為止。這時溫度又保持不變，要等液體全部變成氣體後，氣體溫度才會開始升高。

一公斤物體在熔點溫度上從固體變為液體所需熱量稱為**熔解熱**（heat of fusion）。反過來說，物質在熔點溫度上從液態變為固態時一定也要放出同值的熱量。

一公斤物質在沸點溫度上從液體變為氣體所需熱量稱為**汽化熱**（heat of vaporization）。同理，當這物質在沸點溫度上從氣態變為液態時一定也要放出同值的熱量。

熱量傳播

熱量從一處傳遞到別處的方式有傳導、對流和輻射三種。

在傳導 (conduction) 作用中熱量的傳播是這樣的：物體熱的一端分子運動很快，冷的一端分子運動較慢，藉着兩種分子間的互相碰撞而將熱量帶過去。快速分子把部份動能傳給慢速分子，這樣相繼不斷的碰撞就形成物體內熱量的流動。固體、液體、氣體都會傳導熱量。不過氣體的傳導本領最差，那是因為氣體分子間的距離比起固體、液體來說要遠，因此相互作用的機會也少。金屬是熱的最佳導體。因為金屬原子裡的若干電子移動比較自由，所以它們每次碰撞時可以越過很多原子。

在對流 (convection) 作用中，熱量的傳播是這樣的：當一股熱流體（氣體或液體）從某一區域移動到另一區域時，它便帶着內能一起轉移。例如爐子上放一鍋水，鍋底的水先熱而略為膨脹，因此密度減少，浮力使這部份水升到上面，同時較冷而重的水降到下面來補充鍋底的位置而構成對流。

在輻射 (radiation) 作用中，能量是藉着電磁波 (electromagnetic waves) 攜帶而傳遞的。任何物體都發射電磁波；光線、無線電波、X射線都屬電磁波，它們以光速 ($3 \times 10^8 \text{ m/s} = 186,000 \text{ mi/s}$) 在空間進行，不需任何物質作為介體幫助它們通過。物體的溫度越高，則其輻射能量的率也越大。

十的冪方 (科學記號)

在物理科學中常易遭遇到極小和極大的數目，這時候用 10 的冪次來表示最為方便清楚。任意大小的數都可利用小數點寫成下列形式：一個在 1 至 10 之間的個位數乘上 10 的某次冪，例如：

$$834 = 8.34 \times 10^2$$

$$0.00072 = 7.2 \times 10^{-4}$$

10 的幂方當然無限的多，現在把 10^{-6} 到 10^6 間的數和它們小數點位置的法則列出如下：

$$10^0 = 1 \quad = 1 \text{ 把小數點放在原位不動}$$

$$10^{-1} = 0.1 \quad = 1 \text{ 把小數點向左移過一位}$$

$$10^{-2} = 0.01 \quad = 1 \text{ 把小數點向左移過二位}$$

$$10^{-3} = 0.001 \quad = 1 \text{ 把小數點向左移過三位}$$

$$10^{-4} = 0.0001 \quad = 1 \text{ 把小數點向左移過四位}$$

$$10^{-5} = 0.00001 \quad = 1 \text{ 把小數點向左移過五位}$$

$$10^{-6} = 0.000001 \quad = 1 \text{ 把小數點向左移過六位}$$

$$10^0 = 1 \quad = 1 \text{ 把小數點放在原位不動}$$

$$10^1 = 10 \quad = 1 \text{ 把小數點向右移過一位}$$

$$10^2 = 100 \quad = 1 \text{ 把小數點向右移過二位}$$

$$10^3 = 1,000 \quad = 1 \text{ 把小數點向右移過三位}$$

$$10^4 = 10,000 \quad = 1 \text{ 把小數點向右移過四位}$$

$$10^5 = 100,000 \quad = 1 \text{ 把小數點向右移過五位}$$

$$10^6 = 1,000,000 \quad = 1 \text{ 把小數點向右移過六位}$$

問題及解答

- 1.1 食物、煤炭、石油、天然氣、水位差內所含能量的終極來源是甚麼？

答：太陽光線把能量從太陽傳播到地球上，經過光合作用，